

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Takeshi SHIOGA, et al.**

Group Art Unit: **Not Yet Assigned**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Examiner: **Not Yet Assigned**

Filed: **July 16, 2003**

For: **SEMICONDUCTOR DEVICE**

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Date: July 16, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

Japanese Appln. No. 2002-210176, filed July 18, 2002

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP



William G. Kratz, Jr.
Attorney for Applicants
Reg. No. 22,631

WGK/jaz
Atty. Docket No. **030844**
Suite 1000
1725 K Street, N.W.
Washington, D.C. 20006
(202) 659-2930



23850

PATENT TRADEMARK OFFICE

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

| | |
|----------------------|-----------------|
| Date of Application: | July 18, 2002 |
| Application Number: | No. 2002-210176 |
| [ST.10/C]: | [JP2002-210176] |
| Applicant(s): | FUJITSU LIMITED |

January 17, 2003

Commissioner,
Patent Office

Shinichiro Ota (Seal)

Certificate No. 2002-3107062

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 7月18日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-210176

[ST.10/C]:

[JP2002-210176]

出 願 人

Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 1月17日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3107062

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240326

【提出日】 平成14年 7月18日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H01L 25/00

H01L 23/00

【発明の名称】 半導体装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 塩賀 健司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 ジョン バニッキ

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 栗原 和明

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 山岸 康男

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0114942

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 支持基板と、前記支持基板上に実装された半導体集積回路素子と、前記半導体集積回路素子の高周波領域での安定動作を可能にするキャパシタとを備える半導体装置であって、

前記キャパシタは、前記半導体集積回路素子下面の電極パッドに電氣的に接続され、前記支持基板上における前記キャパシタの基板を含めた厚さが前記半導体集積回路素子のバンプ高さより小さいか、あるいは等しいことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 前記キャパシタの基板の背面は、前記半導体集積回路素子を実装するための前記支持基板表面に接触することを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 3】 支持基板と、前記支持基板上に実装された半導体集積回路素子と、前記半導体集積回路素子の高周波領域での安定動作を可能にするキャパシタとを備え、前記半導体集積回路素子とリードフレームとがワイヤボンディングにより電氣的に接続される半導体装置であって、

前記キャパシタは、前記半導体集積回路素子上面の電極パッドに電氣的に接続され、前記半導体集積回路素子上面における前記キャパシタの基板を含めた高さが、前記ワイヤボンディングのワイヤ高さよりも低いことを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 前記支持基板はシリコンであることを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の半導体装置。

【請求項 5】 前記キャパシタの誘電体層を構成する誘電体酸化物が、S r、B a、P b、Z r、B i、T a、T i、M g、N bの中、少なくとも1つの元素を含む複合酸化物であることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 6】 前記キャパシタにおいて、誘電体層を間に挟み込んで形成される上部電極及び下部電極が、P t、A u、C u、P b、R u、R u酸化物、I r、I r酸化物、C rの中、少なくとも1つ以上の金属元素又は金属酸化物を含有

することを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 7】 前記キャパシタは、前記基板及び電極パッドを含めた厚さが 50 μ m 以下となるよう構成したことを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 8】 前記キャパシタは、前記基板上に誘電体層を間に挟み込んで形成される上部電極及び下部電極を含む薄膜キャパシタであることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、コンピュータ等の電子機器に使用される半導体集積回路素子を実装してなる半導体装置に関する。より詳細には、半導体集積回路素子の近傍に電源供給用デカップリングキャパシタを配置して半導体集積回路素子の高周波領域における動作を安定化させることが可能な半導体装置に関する。

【従来の技術】

従来、電源電圧変動および基板内の高周波ノイズによる半導体集積回路素子の誤動作防止対策として、デカップリングキャパシタ（バイパスコンデンサ）を、回路配線基板の半導体集積回路素子の近傍に実装した半導体装置が知られている。このような半導体装置では、上記キャパシタとして、積層チップキャパシタが通常用いられる。

【0002】

図 1 は、積層チップキャパシタを実装した従来の半導体装置を示す。

【0003】

図 1 の半導体装置においては、パッケージ基板 1 に BGA（ボールグリッドアレイ）接続された半導体集積回路素子 2 に対して、パッケージ下部に積層チップキャパシタ 4 がバンプ接続されている。このパッケージ基板 1 は、例えば、マルチチップモジュール（MCM）基板等である。積層チップキャパシタ 4 の高さが回路配線基板（マザーボード）3 と干渉するために、回路配線基板 3 のキャパシタ実装部分はくり貫いて形成してある。この場合、半導体集積回路素子 2 とキャパシタ 4 間のインダクタンスが問題となる。

【 0 0 0 4 】

図 1 のような半導体装置の場合、パッケージ基板 1 内で、積層チップキャパシタ 4 と半導体集積回路素子 2 と間の配線の引き回しが必要になり、この引き回し配線でインダクタンスが存在することから、高速動作の半導体集積回路素子 2 に対しての電源電圧変動の抑止、および高周波リップル吸収の効果は薄れてくる。電圧変動を抑えるためにキャパシタに求められることは、等価直列抵抗 (ESR)、等価直列インダクタンス (ESL) の低減である。特に、配線の引き回しによるインダクタンスの増加は、デカップリングキャパシタの高周波特性を妨げている。

【 0 0 0 5 】

この問題を回避するため、半導体集積回路素子近傍にキャパシタを配置し、半導体集積回路素子の電源、グランドからキャパシタまでの配線引き回しを最短にすることにより、インダクタンスの低減が可能となる。そこで、特開平 4 - 2 1 1 1 9 1 号公報には、セラミック回路基板上に誘電体薄膜を形成し、インダクタンスを低減することにより電源系に対するノイズの低減を実現することが考案されている。

【 0 0 0 6 】

また、特開平 7 - 1 7 6 4 5 3 号公報、特開 2 0 0 1 - 6 8 5 8 3 号公報、特開 2 0 0 1 - 3 5 9 9 0 号公報には、ビアホールを有する支持基板上に形成された薄膜型キャパシタの上面パッドを半導体集積回路素子に、下面パッドは回路基板に接続し、インダクタンスを低減することが考案されている。

【 0 0 0 7 】

図 2 は、キャパシタ内蔵インターポーザを実装した従来の半導体装置を示す。図 2 の (A) においては、パッケージ基板 1 上に BGA 接続された半導体集積回路素子 2 に対して、半導体集積回路素子 2 下部にキャパシタ内蔵インターポーザ 5 が BGA 接続されている。この場合、インターポーザ 5 の高さがパッケージ基板 1 と干渉するため、パッケージ基板 1 のインターポーザ実装部分はくり貫いてある。図 2 の (B) の構成では、パッケージ基板 1 と半導体集積回路素子 2 との間にキャパシタ内蔵インターポーザ 5 が BGA 接続により実装されている。

【 0 0 0 8 】

図 1 に比べて、図 2 の半導体装置の場合は、半導体集積回路素子とキャパシタの接続距離は短くなるが、インターポーザ型を使用すると、製造工程が増加し、技術的にも困難となり、低コスト化は難しくなる。また、素子間接続数が増加するので信頼性の面でも問題がある。また、図 2 (A) のようにキャパシタ自体の厚みのため、半導体集積回路素子の実装用パッケージを加工しなければならない。

【発明が解決しようとする課題】

従来、半導体集積回路素子の近傍にキャパシタを配置するには、図 2 に示したように、支持基板と半導体集積回路素子間にインターポーザ型のチップキャパシタを適用しなければならなかった。しかし、インターポーザ型キャパシタを作製するには、基板にスルービアを形成しなければならず、導体とセラミックスを同時焼成するプロセスによるものや、シリコン等の基板に貫通孔を形成して導体を充填してスルービアを形成しなければならない。これらは、製造上、技術的に困難であり、低コスト化を見込むことができなかった。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記の点に鑑みてなされたものであり、インターポーザ構造や積層チップキャパシタを使用することなく、半導体集積回路素子の近傍の最短距離にデカップリングキャパシタを実装することを可能とし、キャパシタのデカップリング機能を最大限に引き出すことができる半導体装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、請求項 1 に記載した発明は、支持基板と、前記支持基板上に実装された半導体集積回路素子と、前記半導体集積回路素子の高周波領域での安定動作を可能にするキャパシタとを備える半導体装置であって、前記キャパシタが、前記半導体集積回路素子下面の電極パッドに電氣的に接続され、前記支持基板上における前記キャパシタの基板を含めた厚さが前記半導体集積回路素子のバンプ高さよりも小さいか、あるいは等しいことを特徴とする。本発明の半導体装置では、キャパシタをシリコンやガラス等の平滑性を有する基板上に作

製し、このキャパシタを基板側から薄型化することで、半導体集積回路素子のパッケージ実装時のバンプ高さより小さいか、あるいは同程度の高さにすることで、半導体集積回路素子とキャパシタ間を最短距離にすることができる。

【 0 0 1 0 】

請求項 2 に記載した発明は、請求項 1 記載の半導体装置において、前記キャパシタの基板の背面が、前記半導体集積回路素子を実装するための前記支持基板表面に接触することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載した発明は、支持基板と、前記支持基板上に実装された半導体集積回路素子と、前記半導体集積回路素子の高周波領域での安定動作を可能にするキャパシタとを備え、前記半導体集積回路素子とリードフレームとがワイヤボンディングにより電氣的に接続される半導体装置であって、前記キャパシタは、前記半導体集積回路素子上面の電極パッドに電氣的に接続され、前記半導体集積回路素子上面における前記キャパシタの基板を含めた高さが、前記ワイヤボンディングのワイヤ高さよりも低いことを特徴とする。本発明の半導体装置では、キャパシタをシリコンやガラス等の平滑性を有する基板上に作製し、このキャパシタを基板側から薄型化することで、半導体集積回路素子のパッケージ実装時のワイヤボンディングのワイヤ高さよりも低くしてあり、半導体集積回路素子とキャパシタ間を最短距離にすることができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 に記載した発明は、請求項 1 又は 3 記載の半導体装置において、前記支持基板がシリコンであることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 に記載した発明は、請求項 1 記載の半導体装置において、前記キャパシタの誘電体層を構成する誘電体酸化物が、S r、B a、P b、Z r、B i、T a、T i、M g、N b の中、少なくとも 1 つの元素を含む複合酸化物であることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 に記載した発明は、請求項 1 記載の半導体装置において、前記キャパ

シタの誘電体層を間に挟み込んで形成される上部電極及び下部電極が、Pt、Au、Cu、Pb、Ru、Ru酸化物、Ir、Ir酸化物、Crの中、少なくとも1つ以上の金属元素又は金属酸化物を含有することを特徴とする。

【0015】

請求項7に記載した発明は、請求項1記載の半導体装置において、前記キャパシタが、前記基板及び電極パッドを含めた厚さが50 μ m以下となるよう構成したことを特徴とする。

【0016】

請求項8に記載した発明は、請求項1記載の半導体装置において、前記キャパシタが、前記基板上に誘電体層を間に挟み込んで形成される上部電極及び下部電極を含む薄膜キャパシタであることを特徴とする。

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を添付の図面を参照しながら具体的に説明する。

【0017】

図3に、本発明の半導体装置の第1の実施形態の構成を示す。図3の(A)は、本発明の半導体装置の第1の実施形態の構成例を示し、(B)はこの実施形態の半導体装置の部分拡大図である。

【0018】

図3の実施形態において、半導体装置10は、支持基板としてのパッケージ基板1と、パッケージ基板1上に実装された半導体集積回路素子2と、半導体集積回路素子2の高周波領域における動作を安定化するデカップリングキャパシタとして配置される薄膜キャパシタ20とから構成される。薄膜キャパシタ20は、半導体集積回路素子2下面の電極パッド部に電氣的に接続されると共に、支持基板1上における薄膜キャパシタ20の基板を含めた厚さが半導体集積回路素子2の半田バンプ高さHよりも小さく構成されている。

【0019】

この薄膜キャパシタ20は、例えば、シリコンやガラス等の平滑性を有する基板上に、誘電体層を間に挟み込んだ上部電極層と下部電極層を形成することにより作製される。この薄膜キャパシタ20の電極パッド及び基板を含めた厚さは5

0 μ m以下まで薄型化してある。薄膜キャパシタ 2 0 と半導体集積回路素子 2 の電極パッド部どうしを、例えば、Au - Au の超音波接合を利用して電氣的に接続することで実装される。

【 0 0 2 0 】

図 3 の (B) に示したように、半導体集積回路素子 2 をパッケージ基板 1 に半田バンプにより接合する際に用いられる半田バンプの高さ H (ここでは、パッケージ基板 1 及び半導体集積回路素子 2 の各電極パッドの厚さを含む高さとする) は、7 0 μ m 程度である。また、パッケージ基板 1 の電極パッド及び半導体集積回路素子 2 の電極パッドの厚さは共に、1 0 μ m 程度である。したがって、この実施形態の薄膜キャパシタ 2 0 は、支持基板 1 上における薄膜キャパシタ 2 0 の基板を含めた厚さが半導体集積回路素子 2 の半田バンプ高さ H よりも小さく、もしくは同程度の高さに構成することができる。

【 0 0 2 1 】

この実施形態では、図 3 の (B) のように、薄膜キャパシタ 2 0 の基板背面が、パッケージ基板 1 の表面に接触する構成にしてある。このように構成することで、半導体集積回路素子 2 をパッケージ基板 1 に接続する際に、半田バンプ高さが規定されることになる。このように半導体集積回路素子 2 とパッケージ基板 1 間の距離が規定されると、半田溶融時に、半導体集積回路素子 2 とパッケージ基板 1 の電極パッドにより半田の広がり制限されるため、半田の表面張力により接続部の形状は球欠体となることが防止され、円柱形状になる。このため、半田と半導体集積回路素子 2 およびパッケージ基板 1 上の電極パッドとの接着部分に応力集中が生じることを防止できる。

【 0 0 2 2 】

なお、特開昭 5 7 - 1 1 8 6 5 0 号公報に記載されたように、半田溶融時に、支持基板の電極と回路素子の電極間の半田接続部を球欠体ではなく、円柱形状に形成すると、同一半田量でも接続高さが高くなり、温度変化により生じる応力が、半田接続部に均一にしかも高さ増加分だけ減少して分配される。ため、回路素子の半田接続部の接続信頼性が向上する。

【 0 0 2 3 】

図 4 に、本発明の半導体装置の第 2 の実施形態の構成を示す。

【 0 0 2 4 】

図 4 の実施形態において、半導体装置 1 1 は、支持基板としてのパッケージ基板 1 と、パッケージ基板 1 上に実装された半導体集積回路素子 2 と、半導体集積回路素子 2 の高周波領域における動作を安定化するデカップリングキャパシタとして配置される薄膜キャパシタ 2 0 とから構成される。この半導体装置 1 1 は、半導体集積回路素子 2 とリードフレーム 1 6 とがワイヤボンディングにより電氣的に接続される構成であり、樹脂モールド 1 8 に封止された状態で使用される。

【 0 0 2 5 】

この実施形態において、薄膜キャパシタ 2 0 は、半導体集積回路素子 2 上面の電極パッド部に電氣的に接続されると共に、半導体集積回路素子 2 の上面における薄膜キャパシタ 2 0 の基板を含めた高さ H 1 がボンディングワイヤ 1 7 のワイヤ高さ H 2 も小さく構成されている。

【 0 0 2 6 】

図 3 の実施形態と同様に、この薄膜キャパシタ 2 0 は、例えば、シリコンやガラス等の平滑性を有する基板上に、誘電体層を間に挟み込んだ上部電極層と下部電極層を形成することにより作製される。この薄膜キャパシタ 2 0 の電極パッド及び基板を含めた厚さは $50\mu\text{m}$ 以下まで薄型化してある。薄膜キャパシタ 2 0 と半導体集積回路素子 2 の電極パッド部どうしを、例えば、Au-Au の超音波接合を利用して電氣的に接続することで実装される。

【 0 0 2 7 】

この実施形態では、薄膜キャパシタ 2 0 の基板を含めた高さ H 1 が、半導体集積回路素子 2 表面からのボンディングワイヤ 1 7 のワイヤ高さ H 2 よりも小さいことを特徴とする。図 4 に示したように、ワイヤボンディングのリードフレーム 1 6 からのワイヤ高さは $150\mu\text{m}$ 程度であり、薄膜キャパシタ 2 0 を内蔵する本実施形態の半導体装置 1 1 は容易に作製することができる。

【 0 0 2 8 】

図 4 の半導体装置 1 1 においても、第 1 の実施形態と同様、薄膜キャパシタ 2 0 は、その支持基板としてのシリコンウェハの背面を研磨して、厚さ $50\mu\text{m}$

以下に薄型化してある。また、薄膜キャパシタ 2 0 と半導体集積回路素子 2 の各電極端子どうしを、Au-Au の超音波接合法を用いて実装してある。上述したように、ボンディングワイヤ 1 7 のワイヤ高さは $150\text{ }\mu\text{m}$ 程度であり、樹脂モールド 1 8 を形成する際に、薄膜キャパシタ 2 0 が干渉することがない。したがって、薄膜キャパシタ 2 0 を内蔵する半導体装置 1 1 が容易に作製することができる。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、本発明に係る薄膜キャパシタの製造方法の実施例を説明するための図である。図 6 は、図 5 の薄膜キャパシタを実装した本発明の半導体装置の詳細構造を示す。

【 0 0 3 0 】

図 5 の (a) に示したように、支持基板にはシリコンウェハ 2 1 を用いている。支持基板にシリコンを使用することで、背面研磨による薄型化が容易である。シリコンは $30\text{ }\mu\text{m}$ 程度に薄く研磨しても割れにくいため、本発明に係る薄膜キャパシタ 2 0 の支持基板として好適である。また、半導体集積回路素子 2 と薄膜キャパシタ 2 0 との熱膨張係数をほぼ同じレベルに合わせることができ、実装ストレスを回避することができる。

【 0 0 3 1 】

図 5 の (b)、(c)、(d) に示したように、シリコンウェハ 2 1 上に下部電極層 2 3、誘電体層 2 4、上部電極層 2 5 の薄膜を順次成膜する。この実施例では、厚さ 0.3 mm の SiO_2 熱酸化膜が形成されたシリコンウェハ 2 1 を用い、まず、このシリコンウェハ 2 1 上に下部電極材料として TiO_2 ($0.05\text{ }\mu\text{m}$) / Pt ($0.1\text{ }\mu\text{m}$) をスパッタリング法により成膜を行う。次に、同一真空系内で、高誘電体材料 (Ba 、 Sr) TiO_3 (以下、BST という) をスパッタリング法により成膜する。さらに、その上に、 Pt ($0.1\text{ }\mu\text{m}$) をスパッタリング法により成膜してある。

【 0 0 3 2 】

本発明に係る薄膜キャパシタ 2 0 の、誘電体層 2 4 を構成する誘電体酸化物として好適な構成材料としては、ストロンチウム (Sr)、バリウム (Ba)、鉛

(Pb)、スズ(Zr)、ビスマス(Bi)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、マグネシウム(Mg)、ニオブ(Nb)等の中、少なくとも1つの元素を含む複合酸化物を適用することができる。薄膜キャパシタ20の誘電体層24に好適な誘電体酸化物として、上記実施例の(Ba, Sr)TiO₃の他、例えば、Pb(Zr, Ti)O₃、Pb(Mg, Nb)O₃、SrBi₂Ta₂O₉、Ta₂O₅等を挙げることができる。

【0033】

また、本発明に係る薄膜キャパシタ20において、誘電体層24を間に挟み込んで形成される上部電極層25及び下部電極層23に好適な構成材料として、白金(Pt)、金(Au)、銅(Cu)、鉛(Pb)、ルテニウム(Ru)、ルテニウム酸化物、イリジウム(Ir)、イリジウム酸化物、クロム(Cr)等の中、少なくとも1つ以上の金属元素又は金属酸化物を含有するものを適用することができる。

【0034】

次に、図5の(e)に示したように、フォトリソグラフィ法により、上部電極層25および誘電体層24の開口部をパターンニングする。さらに、Arイオンミリングを使用して、Pt、BSTの一括ドライエッチングを行う。

【0035】

次に、図5の(f)、(g)に示したように、ポリイミド絶縁層26を成膜して、Cr膜0.05μm、Cu膜1μm、Au膜10μmを順次積層して電極パッド22が形成してある。図6に示したように、この電極パッド22には、半導体集積回路素子2の電極パッド12とAu-Au超音波接合を行なうため、薄膜キャパシタ20側は、直径40μm、厚さ10μm程度のAu最表面パッドが形成され、半導体集積回路素子2側には、厚さ0.2μm程度のAu最表面パッドが形成されている。半導体集積回路素子2の電極パッド12は、Cu膜3μm、Ni膜2μm、Au膜0.2μmを積層して形成してある。

【0036】

その後、図5の(h)、図6の(A)に示したように、シリコンウェハ21の背面21aを研磨して、薄膜キャパシタ20の基板21を含む厚さ(電極パッ

ド 2 2 を除く) を $40\mu\text{m}$ まで薄型化させる。これは、半導体集積回路素子 2 の実装高さ (バンプ高さ) と同程度の厚さにするためである。

【 0 0 3 7 】

このようにして作製された薄膜キャパシタ 2 0 を適用することによって、薄膜キャパシタを内蔵した本発明の半導体装置を得ることができる。

【 0 0 3 8 】

図 6 の (B) に示したように、薄膜キャパシタ 2 0 の電極パッド 2 2 と半導体集積回路素子 2 の電極パッド 1 2 との A u - A u 超音波接合によって、薄膜キャパシタ 2 0 の電極部と半導体集積回路素子 2 の電極部とが接合され、本発明の半導体装置 1 0 が完成する。

【 0 0 3 9 】

図 6 の実施例の半導体装置 1 0 においては、薄膜キャパシタ 2 0 の厚さは、半導体集積回路素子 2 の半田バンプ高さ H よりある程度小さくしてあり、薄膜キャパシタ 2 0 の基板の背面 2 1 a はパッケージ基板 1 の表面に接触していない。この実施例のように、完成品としての半導体装置 1 0 を使用する際に、半導体集積回路素子 2 の半田接合部の温度変化による応力変動の影響が直接、薄膜キャパシタ 2 0 に伝わらないように構成してもよい。半田疲労寿命を延ばすことができ、半田接合の電氣的接続の信頼性を向上することができる。

【 0 0 4 0 】

以上の図 5 及び図 6 の説明では、図 3 の実施形態に基づいて薄膜キャパシタ 2 0 及び半導体装置 1 0 の作製方法を述べてきたが、同様にして、図 4 の半導体装置 1 1 も容易に作製することができる。すなわち、図 6 の (A) に示した薄膜キャパシタ 2 0 を上下反転させた状態で、薄膜キャパシタ 2 0 の電極パッド 2 2 と半導体集積回路素子 2 の電極パッド 1 2 との A u - A u 超音波接合によって、薄膜キャパシタ 2 0 の電極部と半導体集積回路素子 2 の電極部とを接合して、図 4 の半導体装置 1 1 を作製できる。

【 0 0 4 1 】

(付 記 1)

支持基板と、前記支持基板上に実装された半導体集積回路素子と、前記半導体

集積回路素子の高周波領域での安定動作を可能にするキャパシタとを備える半導体装置であって、前記キャパシタは、前記半導体集積回路素子下面の電極パッドに電氣的に接続され、前記支持基板上における前記キャパシタの基板を含めた厚さが前記半導体集積回路素子のバンプ高さより小さいか、あるいは等しいことを特徴とする半導体装置。

【 0 0 4 2 】

(付記 2)

前記キャパシタの基板の背面は、前記半導体集積回路素子を実装するための前記支持基板表面に接触することを特徴とする付記 1 記載の半導体装置。

【 0 0 4 3 】

(付記 3)

支持基板と、前記支持基板上に実装された半導体集積回路素子と、前記半導体集積回路素子の高周波領域での安定動作を可能にするキャパシタとを備え、前記半導体集積回路素子とリードフレームとがワイヤボンディングにより電氣的に接続される半導体装置であって、前記キャパシタは、前記半導体集積回路素子上面の電極パッドに電氣的に接続され、前記半導体集積回路素子上面における前記キャパシタの基板を含めた高さが、前記ワイヤボンディングのワイヤ高さよりも低いことを特徴とする半導体装置。

【 0 0 4 4 】

(付記 4)

前記支持基板はシリコンであることを特徴とする付記 1 又は 3 記載の半導体装置。

【 0 0 4 5 】

(付記 5)

前記キャパシタの誘電体層を構成する誘電体酸化物が、S r、B a、P b、Z r、B i、T a、T i、M g、N bの中、少なくとも1つの元素を含む複合酸化物であることを特徴とする付記 1 記載の半導体装置。

【 0 0 4 6 】

(付記 6)

前記キャパシタにおいて、誘電体層を間に挟み込んで形成される上部電極及び下部電極が、P t、A u、C u、P b、R u、R u 酸化物、I r、I r 酸化物、C r の中、少なくとも1つ以上の金属元素又は金属酸化物を含有することを特徴とする付記 1 記載の半導体装置。

【 0 0 4 7 】

(付記 7)

前記キャパシタは、前記基板及び電極パッドを含めた厚さが 5 0 μ m 以下となるよう構成したことを特徴とする付記 1 記載の半導体装置。

【 0 0 4 8 】

(付記 8)

前記キャパシタは、前記基板上に誘電体層を間に挟み込んで形成される上部電極及び下部電極を含む薄膜キャパシタであることを特徴とする付記 1 記載の半導体装置。

【 0 0 4 9 】

(付記 9)

前記キャパシタの基板の背面は、前記半導体集積回路素子を実装するための前記支持基板表面に接触しないよう構成したことを特徴とする付記 1 記載の半導体装置。

【 0 0 5 0 】

(付記 1 0)

前記キャパシタは樹脂モールドにより封止されることを特徴とする付記 3 記載の半導体装置。

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の半導体装置によれば、半導体集積回路素子の直下に薄膜キャパシタを実装し、両者の距離を最短することができるため、キャパシタの低抵抗化および低インダクタンス化を達成させることができ、半導体集積回路素子の高周波領域（G H z 帯）での動作を安定化することを可能にする半導体装置を提供できる。さらに、半導体パッケージとして、キャパシタの部品高さを調整することにより、半田疲労寿命を延ばすことができ、半田接合の電氣的接

続の信頼性を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

積層チップキャパシタを実装した従来の半導体装置を示す図である。

【図 2】

キャパシタ内蔵インターポーザを実装した従来の半導体装置を示す図である。

【図 3】

本発明の半導体装置の第 1 の実施形態の構成を示す図である。

【図 4】

本発明の半導体装置の第 2 の実施形態の構成を示す図である。

【図 5】

本発明に係る薄膜キャパシタの製造方法を説明するための説明図である。

【図 6】

図 5 の薄膜キャパシタを実装した本発明の半導体装置の詳細構造を示す図である。

【符号の説明】

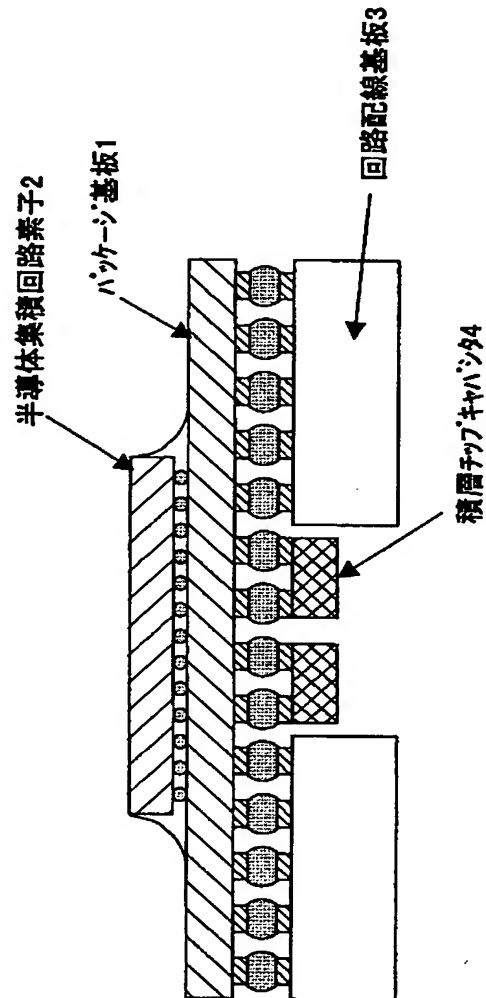
- 1 パッケージ基板
- 2 半導体集積回路素子
- 3 回路配線基板
- 4 積層チップキャパシタ
- 5 キャパシタ内蔵インターポーザ
- 10、11 半導体装置
- 12 電極パッド
- 15 半田バンプ
- 16 リードフレーム
- 17 ボンディングワイヤ
- 18 樹脂モールド
- 20 薄膜キャパシタ
- 21 シリコンウェハ

- 2 1 a 研磨面
- 2 2 電極パッド
- 2 3 下部電極層
- 2 4 誘電体層
- 2 5 上部電極層
- 2 6 ポリイミド絶縁層

【書類名】 図面

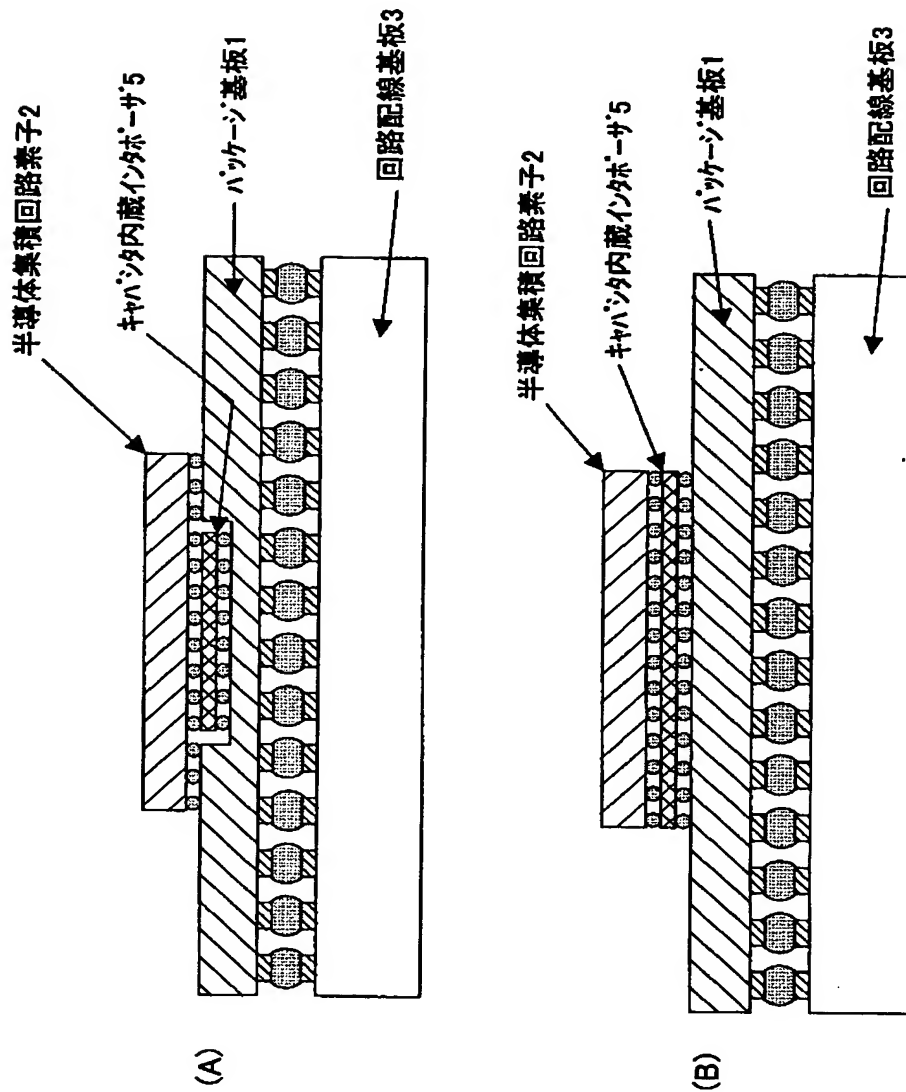
【図 1】

積層チップキャパシタを実装した従来の半導体装置を示す図



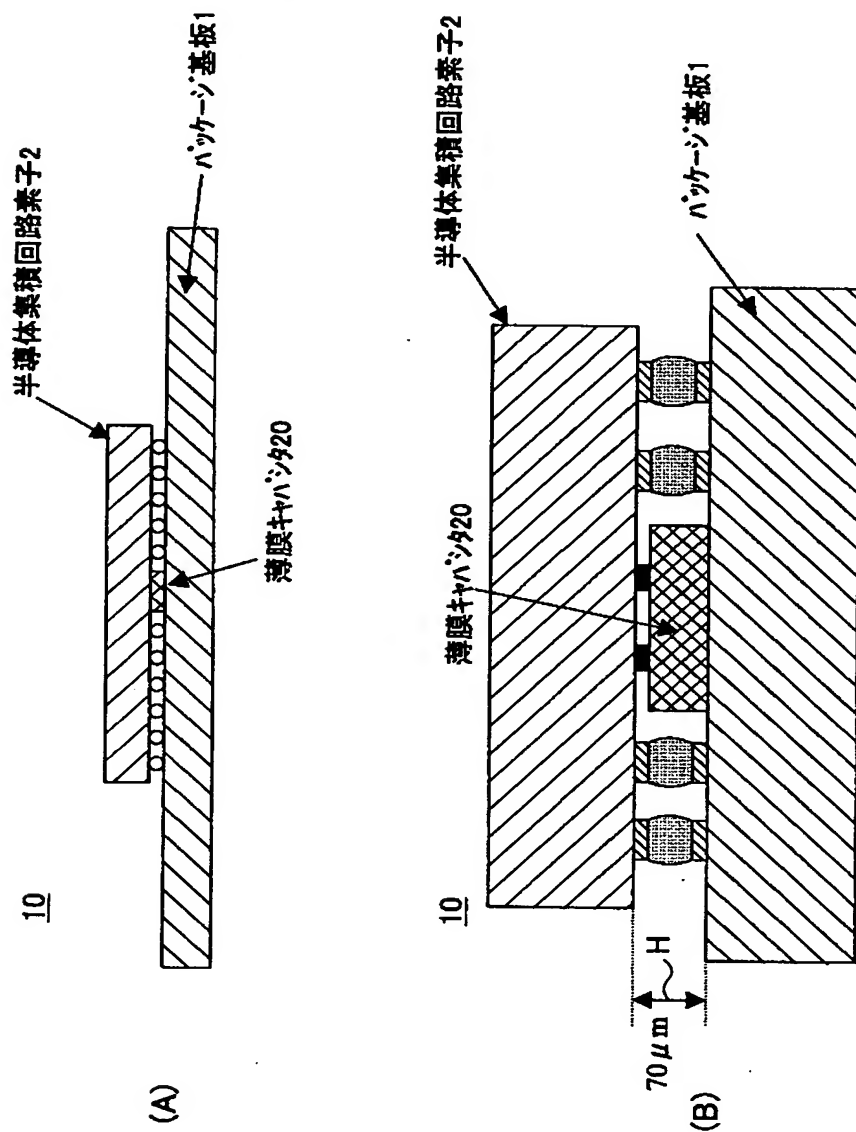
【図2】

キャパシタ内蔵インターポザを実装した
従来の半導体装置を示す図



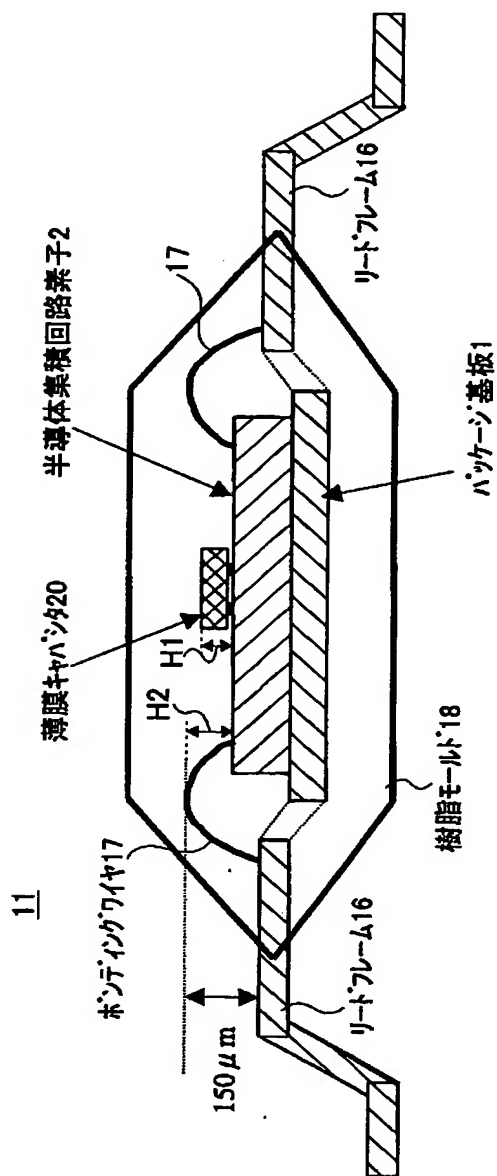
【図 3】

本発明の半導体装置の第 1 の実施形態の構成を示す図



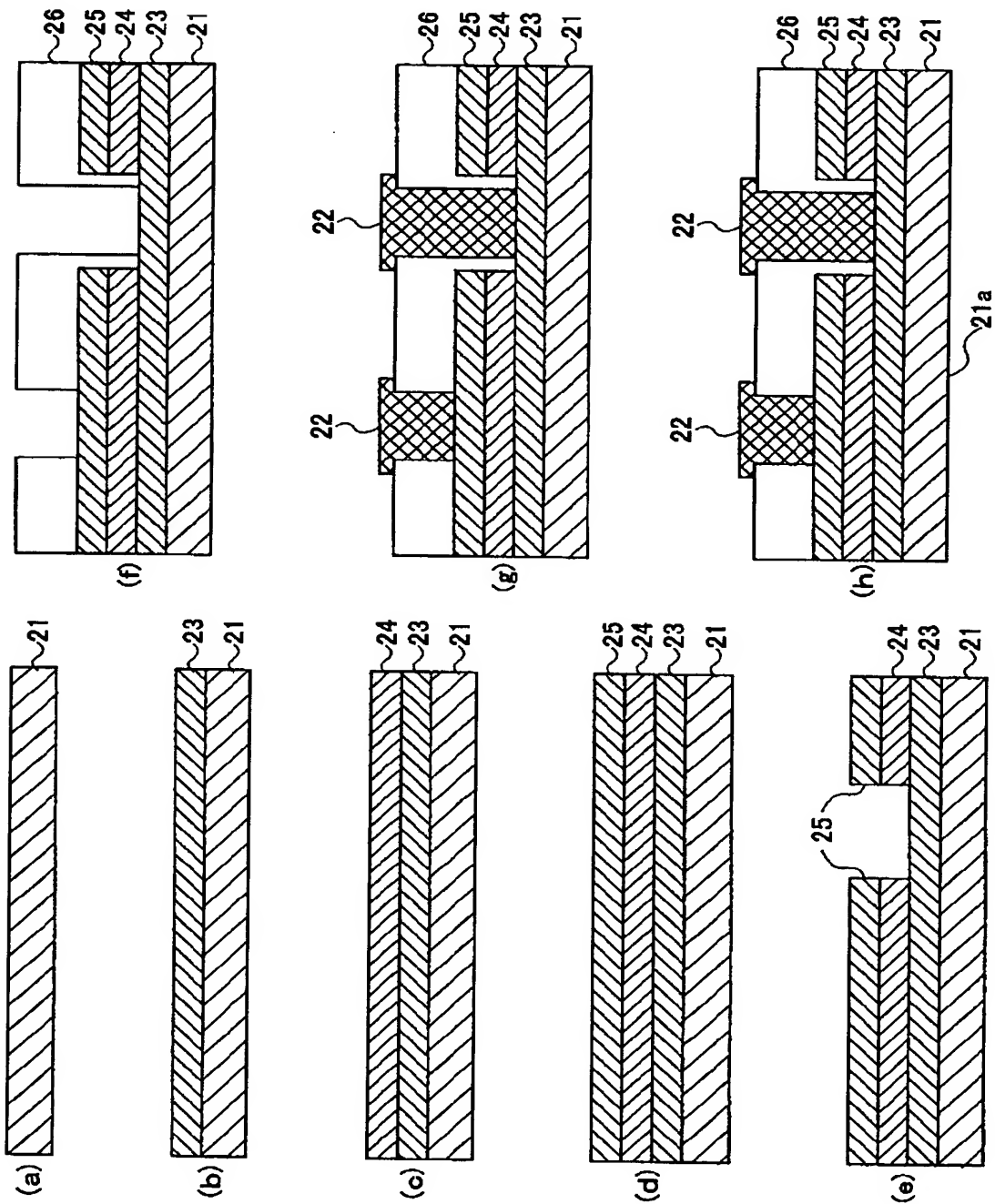
【図4】

本発明の半導体装置の第２の実施形態の構成を示す図



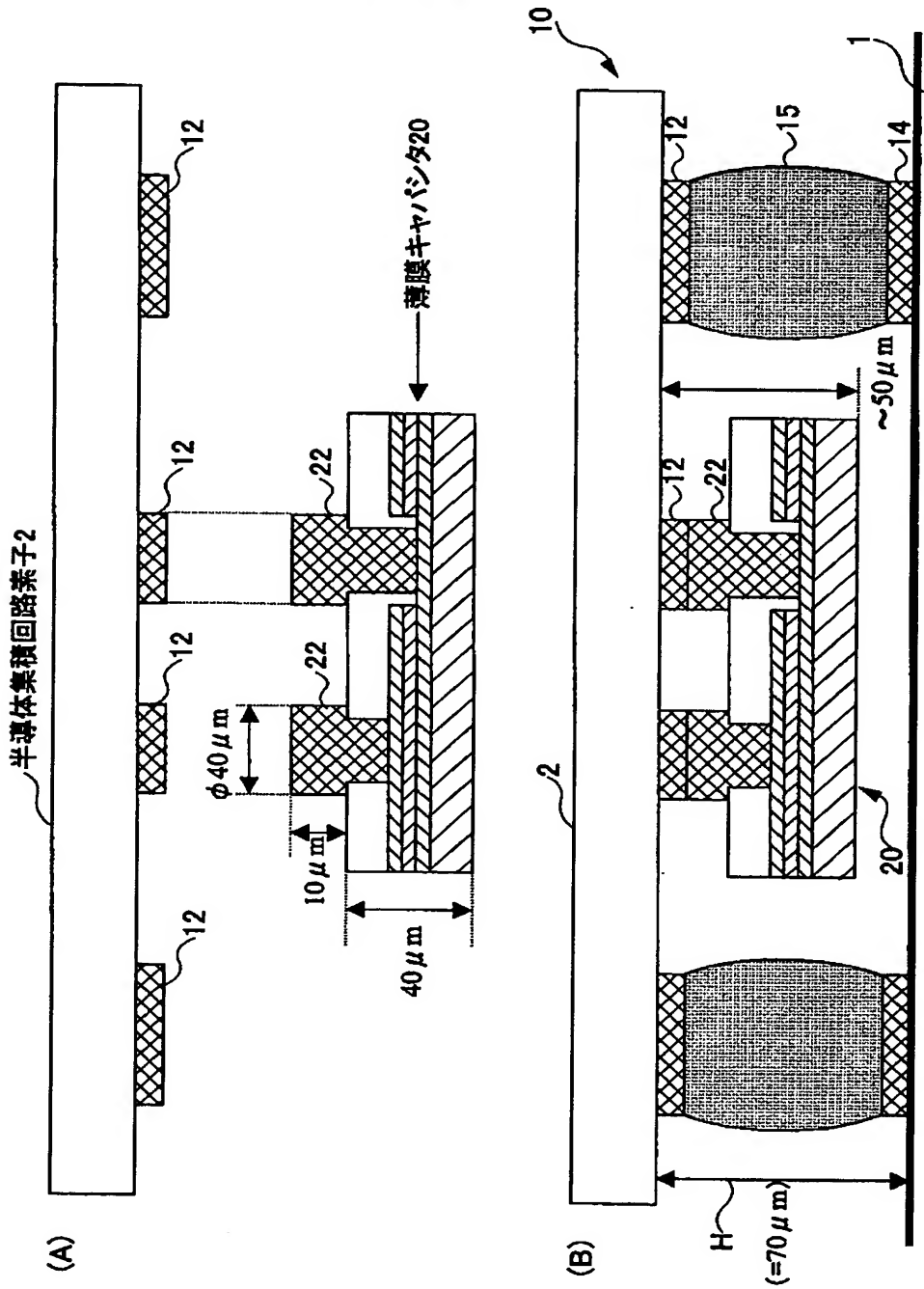
【図 5】

本発明に係る薄膜キャパシタの製造方法を説明するための図



【図 6】

図 5 の薄膜キャパシタを実装した本発明の半導体装置の詳細構造を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 インターポーザ構造を使用することなく、半導体集積回路素子の近傍の最短距離にデカップリングキャパシタを実装することが可能な半導体装置を提供する。

【解決手段】 支持基板 1 と、支持基板上に実装された半導体集積回路素子 2 と、半導体集積回路素子の高周波領域での安定動作を可能にする薄膜キャパシタ 20 とを備える半導体装置において、薄膜キャパシタ 20 が半導体集積回路素子 2 下面の電極パッドに電氣的に接続され、かつ、支持基板 1 上における薄膜キャパシタ 20 の基板を含めた厚さが半導体集積回路素子のバンプ高さよりも小さい。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社